

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-193168

(43)Date of publication of application : 09.07.2003

(51)Int.Cl.

C22C 29/02

B21J 13/02

B22F 7/08

C04B 37/02

C22C 29/14

C22C 29/16

(21)Application number : 2001-401136

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.2001

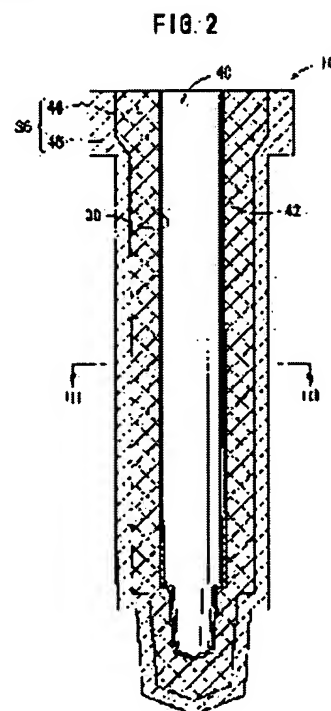
(72)Inventor : KUWABARA MITSUO

(54) FUNCTIONALLY GRADED COMPOSITE MATERIAL AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a functionally graded composite material having various excellent properties, such as strength, hardness and toughness, and also to provide its manufacturing method.

SOLUTION: A compact having a hole part 38 is produced from a powder mixture containing metal particles and ceramic particles, and sintering treatment is applied to the compact to form a porous sintered compact. A metallic core material 40, whose surface is coated with carbon black and h-BN, is inserted into the hole part 38 of the porous sintered compact, which is immersed in a solution containing catalytic metal. Then the sintering treatment is applied again. By this procedure, the porous sintered compact can be densified and metallic elements can be allowed to diffuse from the metallic core material 40, and further, the metallic core material 40 and a body part 36 can be joined to each other to form a punch 10 as the functionally graded composite material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-193168

(P2003-193168A)

(43)公開日 平成15年7月9日(2003.7.9)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | キーワード(参考) |
|--------------------------|------|---------------|-------------|
| C 2 2 C 29/02 | | C 2 2 C 29/02 | Z 4 E 0 8 7 |
| B 2 1 J 13/02 | | B 2 1 J 13/02 | K 4 G 0 2 6 |
| | | | L 4 K 0 1 8 |
| B 2 2 F 7/08 | | B 2 2 F 7/08 | E |
| C 0 4 B 37/02 | | C 0 4 B 37/02 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-401136(P2001-401136)

(22)出願日 平成13年12月28日(2001.12.28)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 桑原 光雄

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエ

ンジニアリング株式会社内

(74)代理人 100077665

弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

最終頁に続く

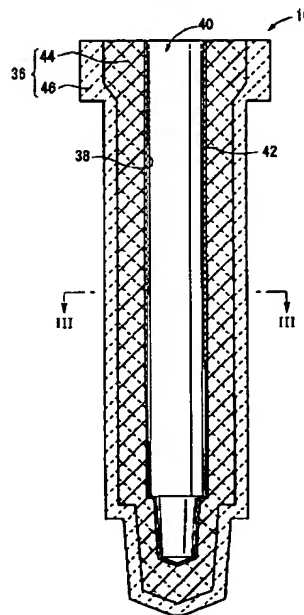
(54)【発明の名称】 傾斜複合材およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】強度や硬度、靱性等の諸特性に優れた傾斜複合材およびその製造方法を提供する。

【解決手段】金属粒子およびセラミックス粒子を含有する混合粉末から穴部38を有する成形体を成形し、これを焼成処理して多孔質焼成体とする。この多孔質焼成体の穴部38に、表面がカーボンブラックおよびh-BNで被覆された金属製芯材40を挿入し、触媒金属含有溶液に浸漬する。その後、焼成処理を再び施すことによって、多孔質焼成体を緻密化するとともに金属製芯材40から金属元素を拡散させ、さらに、金属製芯材40と本体部36とを互いに接合させて傾斜複合材としてのパンチ10とする。

FIG. 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】セラミックスおよび金属を含有する複合材料からなる本体部と、

前記本体部の穴部に挿入され、被膜を介して前記穴部の内周壁部に接合した金属製芯材と、

を有し、

前記金属製芯材を源とする金属元素が前記本体部に拡散しており、

かつ前記本体部における前記金属元素の濃度が、前記金属製芯材から離間するに従って減少していることを特徴とする傾斜複合材。

【請求項 2】請求項 1 記載の傾斜複合材において、前記本体部に含有されたセラミックスが W、Cr、Mo、Ti、Nb、Ta、V、Zr、Hf の炭化物、窒化物、炭窒化物またはホウ化物の少なくともいずれか 1 つであるとともに、前記本体部に含有された金属が Fe、Fe 合金、Ni、Ni 合金、Co または Co 合金の少なくともいずれか 1 つであり、

前記金属製芯材が Fe、Fe 合金、Ni、Ni 合金、Co または Co 合金からなり、

かつ前記被膜が炭素、炭化物、炭窒化物、窒化物またはホウ化物からなることを特徴とする傾斜複合材。

【請求項 3】請求項 2 記載の傾斜複合材において、表面のビッカース硬度が 1200 以上であることを特徴とする傾斜複合材。

【請求項 4】請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の傾斜複合材において、当該傾斜複合材の長手方向に対して垂直方向から切断することにより露呈する切断面での前記金属製芯材の寸法は、該切断面の寸法を 1 とするとき、0.2～0.8 であることを特徴とする傾斜複合材。

【請求項 5】金属粒子およびセラミックス粒子を含有するとともに、穴部が設けられた成形体または焼成体を触媒金属含有溶液に浸漬する工程と、

表面に被膜が設けられた金属製芯材が前記穴部に挿入され、かつ前記触媒金属溶液を含浸した成形体または焼成体を焼成処理することに伴い、前記金属粒子および前記セラミックス粒子を粒成長させるとともに、前記金属製芯材と前記成形体または前記焼成体とを互いに接合させ、かつ前記金属製芯材を構成する金属元素を前記成形体または前記焼成体に拡散させることによって、前記金属製芯材が接合する一方で前記金属元素が拡散した本体部を作製する工程と、

を有することを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 6】金属粒子およびセラミックス粒子を含有するとともに、穴部が設けられた成形体または焼成体を触媒金属含有溶液に浸漬する工程と、

前記穴部の内周壁部に被膜を形成する工程と、

金属製芯材が前記穴部に挿入され、かつ前記触媒金属含有溶液を含浸した成形体または焼成体を焼成処理することに伴い、前記金属粒子および前記セラミックス粒子を

粒成長させるとともに、前記金属製芯材と前記成形体または前記焼成体とを互いに接合させ、かつ前記金属製芯材を構成する金属元素を前記成形体または前記焼成体に拡散させることによって、前記金属製芯材が接合する一方で前記金属元素が拡散した本体部を作製する工程と、を有することを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 7】請求項 5 または 6 記載の製造方法において、前記金属製芯材を前記穴部に挿入した状態で前記成形体または前記焼成体を触媒金属含有溶液に浸漬することを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 8】請求項 5～7 のいずれか 1 項に記載の製造方法において、前記セラミックス粒子として W、Cr、Mo、Ti、Nb、Ta、V、Zr、Hf の炭化物、窒化物、炭窒化物またはホウ化物の粒子の少なくともいずれか 1 つを用いるとともに、前記金属粒子として Fe、Fe 合金、Ni、Ni 合金、Co または Co 合金の粒子の少なくともいずれか 1 つを用い、

前記金属製芯材として Fe、Fe 合金、Ni、Ni 合金、Co または Co 合金からなるものを用い、

かつ前記被膜として炭素、炭化物、炭窒化物、窒化物またはホウ化物からなるものを設けることを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 9】請求項 8 記載の製造方法において、前記セラミックス粒子と前記金属粒子との割合を重量比で 80:20～95:5 として前記成形体または前記焼成体を作製することを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 10】請求項 8 または 9 記載の製造方法において、前記触媒金属含有溶液として、Fe、Ni、Co、Mn、Cr、Ti、Al、V、Nb、Ta、W の少なくとも 1 種を含有する金属塩溶液または有機金属化合物を使用することを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 11】請求項 5～10 のいずれか 1 項に記載の製造方法において、前記成形体または前記焼成体の相対密度を 4.5～5.4% とすることを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【請求項 12】請求項 5～11 のいずれか 1 項に記載の製造方法において、前記金属製芯材として、前記穴部に挿入した際、該金属製芯材と前記成形体または前記焼成体とが 0.05～0.5 mm 離間する寸法のものを使用することを特徴とする傾斜複合材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属とセラミックスとを含有し、かつ金属の組成比が徐々に変化する傾斜複合材およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ワークを打ち抜き加工する鍛造金型装置は、ワークを押圧するパンチと、前記パンチの下側に配置されて該パンチが挿入される凹部を有するダイとを備える。通常、ワークはダイ上に載置される。そして、ダ

イ側に指向して降下されたパンチの先端部がダイの凹部に挿入されることによりワークが打ち抜かれる。

【0003】ダイまたはパンチの構成材料としては、例えば、高炭素鋼を主成分とするSK材、SKD材もしくはSKH材（いわゆる高速度工具鋼）や、ニッケル系合金もしくはコバルト系合金等の超合金材、またはセラミックスと金属との複合材である超硬材等が採用されている。また、耐摩耗性の向上を図るために、表面がTiCやTiN等、硬質セラミックスのコーティング膜で被覆される場合もある。

【0004】これらのうち、高速度工具鋼や超合金材には、高強度および高靱性を有するものの、耐摩耗性や圧縮強度および剛性等が不足しているという不具合がある。一方、超硬材には、耐摩耗性や圧縮強度および剛性に優れてはいるものの、靱性が不足しており、割れや欠けが生じ易いという不具合がある。すなわち、高速度工具鋼および超合金材と超硬材は、互いに相反する特性を有しており、したがって、ダイまたはパンチの構成材料は、ワークの構成材料等に応じて選定されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ダイおよびパンチは、高硬度、高強度、高靱性等をともに兼ね備えることが本来は望ましい。すなわち、高硬度であるものは耐摩耗性も高く、したがって、長寿命であるからである。また、強度が高いと、ワークが打ち抜かれる際にダイおよびパンチに高応力が作用した場合であっても変形が生じ難いからである。さらに、高靱性であるものは割れや欠けが生じ難いからである。しかしながら、上記したように、これらの特性を全て兼ね備えるダイやパンチはこれまでのところ知られていない。

【0006】例えば、超硬材からなるダイまたはパンチの靱性を向上させるには、金属の組成比を増加すればよい。しかしながら、この場合、硬度および強度が低下してしまう。したがって、寿命が低下することが懸念される。これに対し、金属の組成比を減少すると、硬度や強度が向上する一方で靱性が低下する。このため、割れや欠けが一層生じ易くなってしまふ。

【0007】このことから諒解されるように、超硬材からなるダイやパンチにおいては、硬度および強度を向上しようとする靱性が低下し、一方、靱性を向上しようとする硬度および強度が低下するので、硬度および強度と靱性とを同時に向上させることは著しく困難である。

【0008】そこで、本出願人は、特開平8-215912号公報にて、セラミックスと金属とを含有する複合材料に設けられた穴部に金属製芯材を挿入した後、加熱処理によって該複合材料に金属製芯材を溶浸させ、傾斜複合材からなる油穴付工具を得ることを提案している。このような油穴付工具においては、金属の組成比が比較的高い箇所（金属リッチ部）では靱性に優れ、セラミッ

クスの組成比が比較的高い箇所（セラミックスリッチ部）では硬度および強度に優れる。すなわち、硬度および強度と靱性とが優れた工具となる。

【0009】しかしながら、この場合、溶浸時に金属間化合物が生成する。この金属間化合物は、工具の靱性を高めてしまうので、前記油穴付工具の諸特性を向上させることには限界がある。

【0010】本発明は上記した問題を解決するためになされたもので、強度、硬度および靱性が一層優れる傾斜複合材およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明に係る傾斜複合材は、セラミックスおよび金属を含有する複合材料からなる本体部と、前記本体部の穴部に挿入され、被膜を介して前記穴部の内周壁部に接合した金属製芯材と、を有し、前記金属製芯材を源とする金属元素が前記本体部に拡散しており、かつ前記本体部における前記金属元素の濃度が、前記金属製芯材から離間するに従って減少していることを特徴とする。

【0012】すなわち、この傾斜複合材中でのセラミックスの組成比は、内部に比して表面側の方が大きい。このため、表面が硬度および強度に優れるので、耐摩耗性が向上する。また、内部に金属が拡散しているので、この傾斜複合材は、金属に由来する靱性を兼ね備える。このため、割れや欠けが生じ難くなる。しかも、この場合、界面が存在することなく金属の組成比が変化するるので、応力集中が起こることを回避することもできる。

【0013】また、被膜が存在することによって金属製芯材からの金属元素が本体部に過剰に拡散することが抑制されているので、金属間化合物が生成することが抑制される。このため、傾斜複合材が靱性を増すことを回避することもでき、結局、この傾斜複合材は、硬度や強度、靱性等の諸特性が優れたものとなる。

【0014】本体部を構成するセラミックスの好適な例としては、W、Cr、Mo、Ti、Nb、Ta、V、Zr、Hfの炭化物、窒化物、炭窒化物またはホウ化物の少なくともいずれか1つを挙げることができ、また、金属の好適な例としては、Fe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金の少なくともいずれか1つを挙げることができる。

【0015】この場合、金属製芯材としては、Fe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金を選定し、かつ、被膜としては、炭素、炭化物、炭窒化物、窒化物またはホウ化物を選定する。この被膜は、金属製芯材を構成する金属元素が本体部に拡散する際、CやN、Bの供給源となる。このような元素を供給することにより、セラミックスを構成する金属元素と金属製芯材から拡散してきた金属元素との金属間化合物が生成することが回避される。

10

20

30

40

50

【0016】このように構成された傾斜複合材の表面のビッカース硬度は、1200以上であることが好ましい。この場合、耐摩耗性に一層優れるようになるので、例えば、該傾斜複合材を用いて長寿命な加工用金型を作製することが可能となるからである。

【0017】そして、この傾斜複合材においては、長手方向に対して垂直方向から切断することにより露呈する切断面での前記金属製芯材の寸法が、該切断面の寸法を1とするとき、0.2～0.8であることが好ましい。なお、傾斜複合材における長手方向に段部等が設けられ、このために各所で寸法が異なる場合には、最長部分の切断面での寸法比を前記のように設定すればよい。

【0018】0.2未満であると、金属元素が拡散した領域の肉厚が小さくなるので、傾斜複合材の靱性がさほど向上しない。また、0.8よりも大きいと、金属製芯材と本体部とが良好に接合しなくなる。

【0019】また、本発明に係る第1の傾斜複合材の製造方法は、金属粒子およびセラミックス粒子を含有するとともに、穴部が設けられた成形体または焼成体を触媒金属含有溶液に浸漬する工程と、表面に被膜が設けられた金属製芯材が前記穴部に挿入され、かつ前記触媒金属含有溶液を含浸した成形体または焼成体を焼成処理することに伴い、前記金属粒子および前記セラミックス粒子を粒成長させるとともに、前記金属製芯材と前記成形体または前記焼成体とを互いに接合させ、かつ前記金属製芯材を構成する金属元素を前記成形体または前記焼成体に拡散させることによって、前記金属製芯材が接合する一方で前記金属元素が拡散した本体部を作製する工程と、を有することを特徴とする。

【0020】この製造方法では、金属製芯材の表面に被膜を設けるようにしているが、穴部の内壁部に被膜を設けるようにしてもよい。すなわち、本発明の第2の傾斜複合材の製造方法は、金属粒子およびセラミックス粒子を含有するとともに、穴部が設けられた成形体または焼成体を触媒金属含有溶液に浸漬する工程と、前記穴部の内壁部に被膜を形成する工程と、金属製芯材が前記穴部に挿入され、かつ前記触媒金属含有溶液を含浸した成形体または焼成体を焼成処理することに伴い、前記金属粒子および前記セラミックス粒子を粒成長させるとともに、前記金属製芯材と前記成形体または前記焼成体とを互いに接合させ、かつ前記金属製芯材を構成する金属元素を前記成形体または前記焼成体に拡散させることによって、前記金属製芯材が接合する一方で前記金属元素が拡散した本体部を作製する工程と、を有することを特徴とする。

【0021】いずれの場合においても、金属製芯材から金属元素が成形体または焼成体に過剰に拡散することが被膜によって抑制される。このため、金属間化合物が生成することを回避することができるので、諸特性が優れた傾斜複合材を製造することができる。

【0022】なお、金属製芯材は、成形体または焼成体に触媒金属含有溶液を含浸させる前に、穴部に予め挿入しておいてもよい。

【0023】充分な硬度、強度および靱性を有する傾斜複合材を構成するには、セラミックス粒子としてW、Cr、Mo、Ti、Nb、Ta、V、Zr、Hfの炭化物、窒化物、炭窒化物またはホウ化物の粒子の少なくとも1つを用いるとともに、前記金属粒子としてFe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金の粒子の少なくとも1つを用いることが好ましい。この場合、金属製芯材としてFe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金からなるものを用い、かつ被膜として炭素、炭化物、炭窒化物、窒化物またはホウ化物からなるものを設けるようにすればよい。

【0024】この被膜は、金属製芯材から金属元素が拡散する際にCやN、Bを供給し、セラミックスを構成する金属元素と金属製芯材から拡散してきた金属元素との金属間化合物が生成することを抑制する。

【0025】成形体または焼成体を作製する際、セラミックス粒子と金属粒子との割合は、重量比で80:20～95:5とすることが好ましい。金属が5重量部未満であると、最終製品である傾斜複合材の靱性が乏しくなるので割れや欠けが生じ易くなる。また、20重量部を超えると、傾斜複合材の硬度や強度が低下するので耐摩耗性が乏しくなる。

【0026】ここで、触媒金属含有溶液の好適な例としては、Fe、Ni、Co、Mn、Cr、Ti、Al、V、Nb、Ta、Wの少なくとも1種を含有する金属塩溶液または有機金属化合物を挙げることができる。このようなものは、成形体または焼結体中のセラミックス粒子が粒成長することを促進するので、緻密であり、このために諸特性が優れた傾斜複合材を得ることができる。

【0027】そして、成形体または焼成体の相対密度は、45～54%とすることが好ましい。45%未満であると、セラミックス粒子の粒成長が起こり難くなるので、緻密な傾斜複合材を構成できなくなるので、高強度かつ高靱性なパンチを得ることが容易ではなくなる。また、54%よりも大きいと、セラミックス粒子を粒成長させる際、成形体または焼成体に割れが発生することがある。

【0028】金属製芯材は、穴部に挿入された際、該金属製芯材と成形体または焼成体とが0.05～0.5mm離間する寸法のものであることが好ましい。0.05mm未満となるものであると、穴部に挿入することが容易ではない。また、0.5mmより大きいものであると、穴部内で金属製芯材が傾斜して成形体または焼成体から大きく離間する箇所が生じ易くなる。このため、成形体または焼成体に金属元素を均一に拡散させることが容易ではなくなる。

【0029】なお、粒子同士が密着に接しておらず相対

密度が低い成形体では、触媒金属含有溶液を含浸させる際に崩壊してしまうことがある。これを確実に回避するために、いずれの場合においても、焼成体とした後に触媒金属含有溶液を含浸させる工程以降の工程を行うようにすることが好ましい。勿論、成形体が十分な強度を有する場合、焼成体とする必要は特にない。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る傾斜複合材およびその製造方法につき好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照して詳細に説明する。

【0031】図1に、本実施の形態に係る傾斜複合材としてのパンチ10を有する鍛造金型装置12の要部概略縦断面図を示す。この鍛造金型装置12は、据え込み成形を行うものであり、下型を構成する固定型14と、上型を構成する可動型16とを備える。

【0032】固定型14には、ダイ17と、該ダイ17を位置決め固定するためのスペーサ18とがナット部材20を介してダイ取り付け本体21に締め付け支持されている。なお、図1中、参照符号22は、プレッシャリングを示す。

【0033】ダイ17の中央部にはダイリング23が固定されており、このダイリング23には製品用キャビティ24が形成されている。該キャビティ24には、プレッシャリング22内を貫通してノックアウトピン25が摺動自在に配置される。

【0034】そして、キャビティ24には、図1の下方から、小径部27、段部28および大径部29が設けられている。

【0035】可動型16は、パンチ取り付け本体30を備え、該パンチ取り付け本体30には、パンチガイド32およびナット部材34を介して前記パンチ10が取り付けられている。このパンチ10は、セラミックスと金属とを含有する傾斜複合材で構成されている。

【0036】パンチ10の概略縦断面図を図2に示す。該パンチ10は、本体部36と、該本体部36の穴部38に挿入された金属製芯材40とを有する。金属製芯材40の表面には被膜42が形成されており、したがって、本体部36と金属製芯材40とは、被膜42を介して互いに接合している状態となっている。

【0037】本体部36は、セラミックスと金属とを含有する。鍛造加工において十分な硬度、強度および靱性を有するパンチ10とするためには、セラミックスとして、W、Cr、Mo、Ti、Nb、Ta、V、Zr、Hfの炭化物、窒化物、炭窒化物またはホウ化物を選定し、かつ金属として、Fe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金を選定することが好ましい。セラミックスおよび金属は、それぞれ、2種以上を使用してもよい。

【0038】ここで、図2のIII-III線矢視断面図を図3に示す。この断面図は、パンチ10の長手方向

に対して垂直方向から切断することによって得られたものである。

【0039】この図3から諒解されるように、本体部36における金属製芯材40の周囲には、該金属製芯材40から被膜42を介して本体部36に拡散した金属元素によって傾斜部44が形成されている。該傾斜部44における金属元素の拡散量は、金属製芯材40の周囲で最も多く、該金属製芯材40から離間するに従って減少する。すなわち、パンチ10においては、金属の組成比が内部から表面に指向して減少している。なお、図3において、参照符号46は、セラミックスの組成比が比較的大きなセラミックスリッチ部を示す。図3中、傾斜部44とセラミックスリッチ部46との境界線は、金属元素が拡散した最遠距離を便宜的に示したものであり、傾斜部44とセラミックスリッチ部46との間に界面が存在することを意味するものではない。

【0040】本体部36が上記したセラミックスと金属とを含有する複合材料からなる場合、金属製芯材40としては、Fe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金からなるものを選定する。これらは本体部36に容易に拡散し、その結果、本体部36の靱性を向上させる。

【0041】また、図3において、パンチ10の半径をR1、金属製芯材40の半径をR2とすると、R1：R2は、1：0.2～0.8であることが好ましい。R2の比が0.2未満であると、傾斜部44の肉厚が小さくなるので、靱性がさほど向上しない。また、0.8よりも大きいと、金属製芯材40と本体部36とが良好に接合しなくなる。

【0042】被膜42は、後述する焼成処理において、金属製芯材40からの金属元素の拡散を抑制するものである。本体部36が上記したセラミックスと金属とを含有する複合材料からなる場合、この被膜42の構成材料としては、炭素や炭化物、炭窒化物等のCの供給源となるもの、炭窒化物、窒化物等のNの供給源となるもの、ホウ化物等のBの供給源となるものが選定される。このようなものの好適な例としては、カーボンブラックやグラファイト、六方晶BN(h-BN)、TiN等を挙げることができる。勿論、これらのうちの数種類を含有する混合物被膜であってもよい。被膜42からC、BまたはN等が供給されることにより、本体部36にW、Co、C等の金属間化合物が生成することを抑制することができる。

【0043】この被膜42の厚みは、金属製芯材40からの金属元素の拡散を抑制しつつも妨げることのない程度に設定される。具体的には、5μm程度で充分である。

【0044】このように構成されたパンチ10の加工面、すなわち、表面のビッカース硬度(Hv)は、1200以上であることが好ましい。この場合、ワークとパ

10

20

30

40

50

ンチ10との摩擦係数(μ)が低くなるので、据え込み加工時における発熱や発生する応力が小さくなる。このため、ワークに表面荒れが生じ難くなり、加工精度が向上する。また、耐摩耗性に優れるので、パンチ10の寿命を長期化させることもできる。

【0045】このように構成されたパンチ10は、表面が硬度および強度に優れ、かつ内部が靱性に優れる。換言すれば、ワークが据え込み加工されるに際して充分な硬度、強度および靱性を兼ね備える。このため、このパンチ10は、長寿命であり、かつ変形が生じ難く、しかも、割れや欠けが生じ難い。

【0046】しかも、傾斜部44における金属の組成比が互いに異なる箇所同士の間や、傾斜部44とセラミックスリッチ部46との間に界面が存在しないので、応力集中が起こることもない。

【0047】パンチ10は、その過程がフローチャートとして図4に示される製造方法により製造することができる。図4に示されるように、この製造方法は、穴部38を有する成形体を得る第1工程S1と、前記成形体を焼成処理して多孔質焼成体とする第2工程S2と、前記多孔質焼成体の穴部38に金属製芯材40を挿入した状態で触媒金属含有溶液に浸漬する第3工程S3と、金属製芯材40が挿入されかつ触媒金属含有溶液を含浸した多孔質焼成体を再焼成処理する第4工程S4とを有する。

【0048】まず、第1工程S1において、セラミックス粒子と金属粒子の混合粉末を調製する。上記した理由から、セラミックス粒子としては、W、Cr、Mo、Ti、Nb、Ta、V、Zr、Hfの炭化物、窒化物、炭窒化物またはホウ化物の少なくともいずれか1つが好ましく、また、金属粒子としては、Fe、Fe合金、Ni、Ni合金、CoまたはCo合金の少なくともいずれか1つが好ましい。

【0049】この場合、混合粉末におけるセラミックス粒子と金属粒子との組成比は、セラミックス粒子：金属粒子＝80：20～95：5（重量比、以下同じ）とすることが好ましい。金属が5重量部未満であると、最終製品であるパンチ10の靱性が乏しくなるので割れや欠けが生じ易くなる。また、20重量部を超えると、パンチ10の硬度や強度が低下するので耐摩耗性が乏しくなるとともに、ワークの加工時に変形が生じ易くなる。

【0050】この混合粉末に成形加重を加えて、パンチ10の本体部36に対応する形状の成形体を作製すると同時に穴部38を設ける。この際、成形荷重は、後述する第2工程S2において得られる焼成体を多孔質なものとするため、金属粒子が塑性変形を起こさない程度に設定される。具体的には、成形荷重を100～300MPa程度とすることが好ましい。この場合、金属粒子が塑性変形を起こすことを回避することができるので、成形体の開気孔が閉塞されることはない。

【0051】この際の成形方法としては、特開平4-211904号公報に開示されている金型内静水圧加圧成形法を採用することが好ましい。この場合、樹脂バインダやワックス等を混合することなく成形体を得ることができるからである。

【0052】次いで、第2工程S2において、開気孔が残留するように前記成形体を焼成処理して多孔質焼成体36a（図5参照）とする。この時点で緻密な焼成体とすると、第3工程S3において触媒金属含有溶液を内部に含浸させることが困難となる。

【0053】したがって、第2工程S2における焼成温度や時間は、金属粒子同士の融着が起こり、該金属粒子同士にネックが形成された状態で終了されるように設定される。すなわち、第2工程S2では、セラミックス粒子同士は融着されない。

【0054】この第2工程S2が終了した時点における多孔質焼成体36aの相対密度は、45～54%であることが好ましい。45%未満であると、第4工程S4においてセラミックス粒子の粒成長が起こり難くなるので、緻密で高強度かつ高靱性なパンチ10を得ることが容易ではなくなる。また、54%よりも大きいと、多孔質焼成体36aの剛性が高くなるので、第4工程S4で熱膨張した金属製芯材40により多孔質焼成体36aが押圧された際に充分な弾性変形を起こすことが容易ではなくなる。このため、多孔質焼成体36aやパンチ10に割れが発生することがある。

【0055】次いで、図5に示すように、表面がカーボンブラックやグラファイト、あるいはh-BN等で被覆された金属製芯材40を多孔質焼成体36aの穴部38に挿入する。この金属製芯材40は、穴部38に挿入された際、該金属製芯材40と多孔質焼成体36aとの間のクリアランスCLが0.05～0.5mmとなる寸法のものであることが好ましい。クリアランスCLが0.05mm未満となるものであると、穴部38に金属製芯材40を挿入することが容易ではない。また、0.5mmより大きいものであると、穴部38内で金属製芯材40が傾斜してしまい、金属元素を均一に拡散させることが容易ではなくなる。

【0056】なお、被膜42の厚みは、5 μ m程度であれば充分である。

【0057】そして、第3工程S3において、触媒金属が溶媒中に溶解ないし分散された触媒含有溶液を多孔質焼成体36aの内部に含浸させる。具体的には、触媒金属含有溶液中に多孔質焼成体36aを浸漬する。この浸漬により、触媒金属含有溶液が多孔質焼成体36aの開気孔を介してその内部へと浸透する。

【0058】なお、触媒金属は、第4工程S4においてセラミックス粒子の粒成長を促進する物質であれば特に限定されるものではないが、セラミックス粒子として上

記したものが選定されている場合、Fe、Ni、Co、Mn、Cr、Ti、Al、V、Nb、Ta、W等を好適な例として挙げることができる。触媒金属含有溶液としては、上記した金属を含有する金属塩を溶媒に溶解したものや、有機金属溶液を使用することができる。

【0059】この場合、触媒金属は、溶媒中に分散または溶解されることにより単一分子またはイオンの状態にまで解離される。したがって、第3工程S3においては、単一分子またはイオンにまで解離された触媒金属が多孔質焼成体36aの内部に均一に分散される。このため、第4工程S4におけるセラミックス粒子の粒成長は、多孔質焼成体36aの表面から内部に亘り促進される。

【0060】第3工程S3を行った後、自然放置により触媒金属含有溶液を乾燥する。または、多孔質焼成体36aを加熱して触媒金属含有溶液を乾燥するようにしてもよい。

【0061】最後に、第4工程S4において、多孔質焼成体36aを再焼成処理する。これにより、セラミックス粒子の粒成長が起こることに伴って多孔質焼成体36aが緻密な焼成体（本体部36）となる一方で、金属製芯材40の一部が軟質化して流動し、多孔質焼成体36aの穴部38の内周壁部に到達する。さらに、内周壁部に到達したこの流動体を源として、金属元素が多孔質焼成体36aの内部に拡散する。

【0062】第4工程S4では、金属製芯材40の熱膨張係数が多孔質焼成体36aに比して大きいので、金属製芯材40の方が大きく膨張する。このため、多孔質焼成体36aが金属製芯材40で押圧されるようになるが、多孔質焼成体36aが弾性変形を起こすことにより、該多孔質焼成体36aに割れ等が発生することが回避される。

【0063】第4工程S4での雰囲気ガスとしては、窒素等の窒化ガスを使用することが好ましい。この場合、多孔質焼成体36aの表面に存在するセラミックス粒子が窒化されて端点が丸みを帯び、これにより、硬度、強度および靱性に一層優れるパンチ10が得られるからである。

【0064】第4工程S4が終了した後、冷却すれば、本体部36と金属製芯材40が互いに接合したパンチ10が得られるに至る。このパンチ10の本体部36においては、金属製芯材40を源とする金属元素が拡散している。その拡散量は、金属製芯材40の周囲で最も多く、該金属製芯材40から離間するに従って減少している。すなわち、内部から表面に指向して金属の組成比が減少する傾斜複合材からなるパンチ10が得られるに至る。

【0065】なお、本実施の形態においては、被膜42を金属製芯材40に設けてパンチ10を製造する場合を例示して説明したが、図6にフローチャートを示すよう

に、穴部38の内周壁部に被膜42を設ける製造方法によってパンチ10を製造するようにしてもよい。穴部38内への被膜42の形成は、例えば、化学的気相成長（CVD）法や物理的気相成長（PVD）法によって行うことができる。

【0066】また、上記した実施の形態では、成形体を焼成処理して多孔質焼成体とした後に触媒金属含有溶液への含浸、再焼成処理を行うようにしているが、十分な強度を有する成形体であれば、成形体に触媒金属含有溶液を含浸し、焼成処理してセラミックス粒子と金属粒子を粒成長させるようにしてもよい。

【0067】さらに、穴部38は、成形体または多孔質焼成体を得た後、該成形体または多孔質焼成体に対して穴開け加工を行うことによって設けるようにしてもよい。

【0068】いずれの場合においても、金属製芯材は、成形体または多孔質焼成体に触媒金属含有溶液が浸透した後に挿入するようにしてもよい。

【0069】さらにまた、本発明に係る傾斜複合材は、長手方向に対して垂直方向から切断することにより露呈する切断面が多角形となるものであってもよい。例えば、図7に示すように切断面が長方形となる傾斜複合材50の場合、穴部52および金属製芯材54の断面形状もともに長方形とし、本体部56の縦方向寸法、横方向寸法をX1、Y1、金属製芯材54の縦方向寸法、横方向寸法をX2、Y2とすると、 $X1:X2=1:0.2\sim0.8$ 、 $Y1:Y2=1:0.2\sim0.8$ となるように設定することが好ましい。

【0070】

【実施例】平均粒径1μmの炭化タングステン（WC）粉末が90重量部、平均粒径1.4μmのコバルト（Co）粉末が10重量部の割合で混合された混合粉末を100MPaの成形圧でプレス成形し、本体部36（図2参照）に対応する形状の成形体を作製した。この成形体を1200Kで30分間保持することにより、多孔質焼成体とした。多孔質焼成体および穴部38の直径は、それぞれ、10mm、5mmとした。すなわち、半径比で $R1:R2=1:0.5$ とした。

【0071】次いで、この多孔質焼成体の穴部38に、SCM420（JIS規格）からなり、約5μmの厚みのカーボンブラックとh-BNの混合物からなる被膜42が表面に設けられた金属製芯材40を挿入した。多孔質焼成体と金属製芯材40とのクリアランスCLは、0.2mmであった。

【0072】この状態で、多孔質焼成体を、粘剤としての水溶性ポリ酢酸ビニルが0.3%添加された濃度10%の硝酸ニッケル溶液に3分間浸漬することにより該多孔質焼成体の内部にNiイオンを分散させた後、該多孔質焼成体を350Kで1時間保持することにより乾燥した。

【0073】次いで、前記多孔質焼成体を窒素分圧50 Paにおいて昇温速度10 K/分で昇温し、さらに、520 K、720 K、990 K、1200 K、1300 K、1400 K、1500 Kと段階的に昇温し、かつそれぞれの温度段階で15～30分保持した。1600 Kで30分保持した後、窒素分圧を0.1 MPa、昇温速度を5 K/分として1650 Kまで昇温した。この温度で30分保持した後、1700 Kまで昇温して1時間保持した。

【0074】その後、窒素分圧を0.3 MPaとして1300 Kまで温度を下降させ、さらに室温まで温度を下降させた。そして、800 Kまで再び昇温して2時間保持した後に冷却し、本体部36と金属製芯材40とが互いに接合したパンチ10を得た。

【0075】このパンチ10では、金属製芯材40の金属元素が穴部38から直径外方向に2.5 mmの箇所まで拡散していることが確認された。すなわち、この場合、傾斜部44の厚みは2.5 mmであった。

【0076】このように構成されたパンチ10を、図1に示す鍛造金型装置12に組み込み、ワークを据え込み成形して耐久性を調査した。具体的には、ワークの成形とパンチ10の引き抜きを1ショットとし、使用可能なショット回数を調べた。

【0077】これとは別に、クリアランスCLを0.2 mmとした上で本体部56の半径R1と金属製芯材40の半径R2の比を様々なに変化させたパンチ10と、クリアランスCLを変化させたパンチ10を作製して上記と同様にショット回数を測定した。

【0078】さらに、比較のため、中実体のパンチを作製して該パンチの耐久性も調べた。結果をビッカース硬度とともに併せて図8、図9に示す。なお、図8および図9中、V20はWC:Co=90:10を表し、V30はWC:Co=88:12を表す。また、図9における傾斜材とは、特開2000-301279号公報に開示された製造方法により作製された傾斜材を示す。

【0079】これら図8、図9から、R1:R2=1:0.2～0.8とすることによって耐久性に著しく優れたパンチを構成することができること、また、金属製芯材40によって寿命が著しく長期化することが明らかである。

【0080】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る傾斜複合材によれば、内部から表面に指向して金属の組成比が減少するとともに、表面におけるセラミックスの組成比が高くなっている。また、被膜が存在することによ

り、金属間化合物が生成することが抑制されている。このような傾斜複合材は、高硬度および高強度と高靱性とを兼ね備えているので、例えば、該傾斜複合材を鍛造用金型として使用した場合に寿命が長期化し、しかも、変形や割れ、欠けが著しく生じ難くなるという効果が達成される。

【0081】また、本発明に係る傾斜複合材の製造方法によれば、被膜を介して金属製芯材を源とする金属元素を成形体または焼成体に拡散させるようにしている。このために金属間化合物が生成することを抑制することができるので、結局、強度、硬度および靱性等の諸特性に優れた傾斜複合材を製造することができるという効果が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係るパンチ（傾斜複合材）を有する鍛造金型装置の要部概略縦断面図である。

【図2】図1の鍛造金型装置を構成するパンチの概略縦断面図である。

【図3】図2のI-I-I-I線矢視断面図である。

【図4】本実施の形態に係るパンチ（傾斜複合材）の製造方法を示すフローチャートである。

【図5】多孔質焼成体の穴部に金属製芯材を挿入した状態における水平方向断面図である。

【図6】別の実施の形態に係るパンチ（傾斜複合材）の製造方法を示すフローチャートである。

【図7】別の実施の形態に係るパンチ（傾斜複合材）の横方向断面図である。

【図8】実施例の各パンチの仕様および特性を示す図表である。

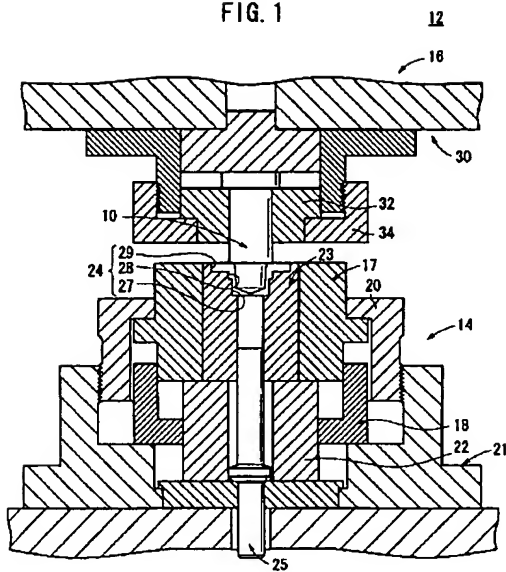
【図9】比較例の各パンチの仕様および特性を示す図表である。

【符号の説明】

| | |
|---------------|---------------|
| 10…パンチ（傾斜複合材） | 12…鍛造金型装置 |
| 14…固定型 | 16…可動型 |
| 20…ダイ | 24…製品用キャビティ |
| 25…ノックアウトピン | 30…パンチ取り付け本体 |
| 32…パンチガイド | 36、56…本体部 |
| 36a…多孔質焼成体 | 38…穴部 |
| 40、54…金属製芯材 | 42…被膜 |
| 44…傾斜部 | 46…セラミックスリッチ部 |

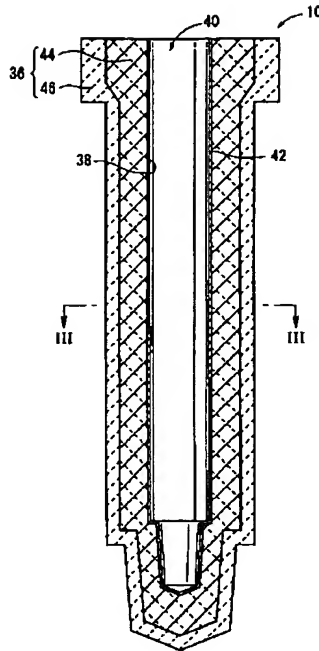
【図1】

FIG. 1



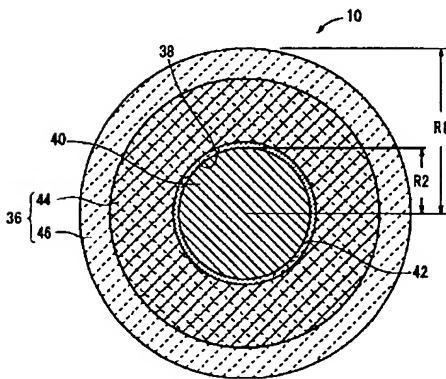
【図2】

FIG. 2



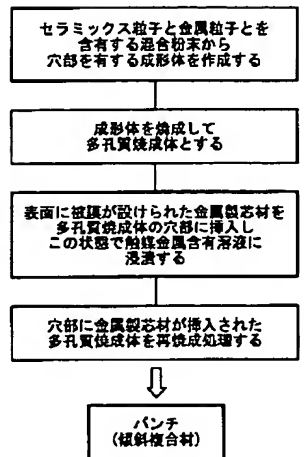
【図3】

FIG. 3



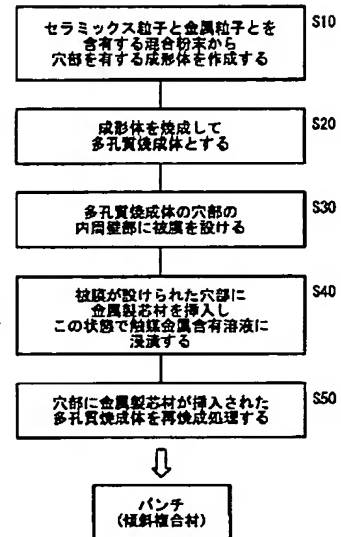
【図4】

FIG. 4



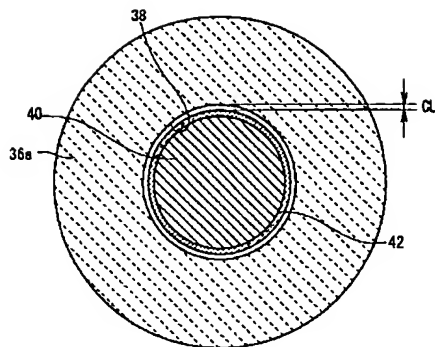
【図6】

FIG. 6



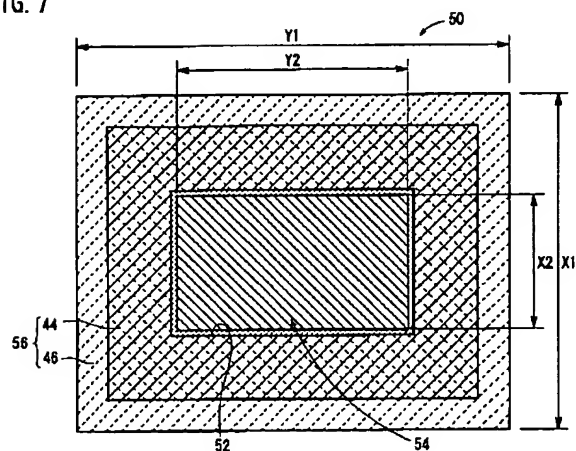
〔図5〕

FIG. 5



〔図7〕

FIG. 7



〔図8〕

FIG. 8

| No. | 本体部 | | 金属製芯材 | | クリアランス (mm) | ハッチ | | | | 備考 |
|-----|-----|----------------|--------|------------|----------------|--------|--------------------|------|--------|----------------------|
| | 組成 | 穴部の 直径 (mm) | 材質 | 直径 (mm) | | R1:R2 | 金属リッパ部 の厚み (mm) | Hv | ショット回数 | |
| 1 | V20 | 5.4 | S45C | 5 | 0.2 | 1:0.25 | 2.5 | 1440 | 38000 | |
| 2 | V20 | 8.4 | S45C | 8 | 0.2 | 1:0.40 | 3.2 | 1430 | 56000 | |
| 3 | V20 | 5.4 | SCM420 | 5 | 0.2 | 1:0.25 | 2.7 | 1440 | 43000 | |
| 4 | V20 | 8.4 | SCM420 | 8 | 0.2 | 1:0.40 | 3.6 | 1430 | 58000 | |
| 5 | V20 | 5.4 | n/A | 5 | 0.2 | 1:0.25 | 2.1 | 1430 | 94000 | |
| 6 | V20 | 7.4 | n/A | 7 | 0.2 | 1:0.35 | 2.9 | 1440 | 168000 | |
| 7 | V20 | 8.4 | n/A | 8 | 0.2 | 1:0.40 | 3.4 | 1440 | 165000 | |
| 8 | V20 | 10.4 | n/A | 10 | 0.2 | 1:0.50 | 4.2 | 1420 | 136000 | |
| 9 | V20 | 12.4 | n/A | 12 | 0.2 | 1:0.60 | 3.5 | 1410 | 142000 | |
| 10 | V20 | 15.4 | n/A | 15 | 0.2 | 1:0.75 | 2.2 | 1380 | 123000 | |
| 11 | V20 | 16.4 | n/A | 16 | 0.2 | 1:0.80 | 1.6 | 1340 | 48000 | |
| 12 | V30 | 5.4 | n/A | 5 | 0.2 | 1:0.25 | 2.3 | 1340 | 78000 | |
| 13 | V30 | 8.4 | n/A | 8 | 0.2 | 1:0.40 | 3.6 | 1330 | 124000 | |
| 14 | V20 | 6.2 | n/A | 8 | 0.1 | 1:0.40 | 0.3 | 1340 | 48000 | |
| 15 | V20 | 8.6 | n/A | 8 | 0.3 | 1:0.40 | 3.8 | 1320 | 174000 | |
| 16 | V20 | 9.0 | n/A | 8 | 0.5 | 1:0.40 | 3.6 | 1320 | 146000 | |
| 17 | V20 | 9.2 | n/A | 8 | 0.8 | 1:0.40 | 0.2 | 1340 | 18000 | |
| 18 | V20 | 2.4 | n/A | 2 | 0.2 | 1:0.10 | 0.4 | 1440 | 14000 | |
| 19 | V20 | 3.4 | n/A | 3 | 0.2 | 1:0.15 | 0.9 | 1440 | 48600 | |
| 20 | V20 | 18.4 | n/A | 18 | 0.2 | 1:0.90 | 0.9 | 1300 | 12000 | |
| 21 | V20 | 2.4 | n/A | 2 | 0.2 | 1:0.10 | 0.5 | 1210 | 48000 | 金属製芯材 のコーティングはTiN |

〔図9〕

FIG. 9

| No. | 本体部の組成 | ハッチ | | | | 備考 |
|-----|--------|-------|-------------------|------|--------|----------------------|
| | | R1:R2 | 金属 リッパ部の 厚み | Hv | ショット回数 | |
| 1 | 粉末n/A | — | — | — | 15000 | 本体部の表面にTiNコーティング |
| 2 | 粉末n/A | — | — | — | 3800 | |
| 3 | V20 | — | — | 1280 | 3 | |
| 4 | V20 | — | — | — | 12 | 本体部の表面にTiNコーティング |
| 5 | V30 | — | — | 1210 | 1 | |
| 6 | V30 | — | — | — | 13 | 本体部の表面にTiNコーティング |
| 7 | V20 | — | — | 1440 | 5900 | 傾斜材 |
| 8 | V20 | — | — | — | 5400 | 本体部の表面にTiNコーティング、傾斜材 |
| 9 | V30 | — | — | 1330 | 3000 | 傾斜材 |
| 10 | V30 | — | — | — | 2400 | 本体部の表面にTiNコーティング、傾斜材 |

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | ターマコード ⁷ (参考) | |
|--------------------------|-------|---------|--------------------------|---|
| C 2 2 C | 29/14 | C 2 2 C | 29/14 | Z |
| | 29/16 | | 29/16 | Z |

F ターム (参考) 4E087 AA09 ED05
4G026 BA13 BA15 BA20 BB21 BB24
BB28 BC01 BD14 BE02 BH01
4K018 AA08 AA10 AA24 AB02 AB03
AB04 AB10 JA09 JA14 JA16
JA29 JA34 JA38 JA40